



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

②1 Aktenzeichen: 299 17 651.7  
②2 Anmeldetag: 7. 10. 1999  
④7 Eintragungstag: 9. 11. 2000  
④3 Bekanntmachung im Patentblatt: 14. 12. 2000

⑦3) Inhaber:

Siemens AG, 80333 München, DE

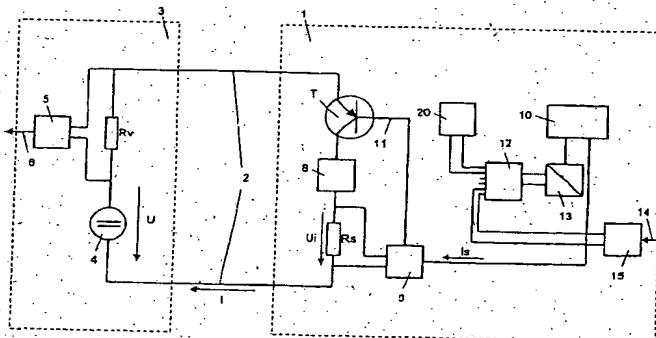
⑤6 Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GbmG:

DE	196	09	076	C1
DE	195	36	573	C1
DE	38	19	128	C2
DE	197	52	279	A1
DE	197	40	021	A1
DE	691	29	189	T2
EP	06	60	089	B1
EP	08	83	097	A2

JP Patent Abstracts of Japan:  
0070272185 AA;  
0630061929 AA;

## 54 Meßumformer sowie Prozeßleitsystem

57 Meßumformer, der zur Versorgung mit der zum Betrieb erforderlichen Energie und zur Übertragung eines einen Meßwert darstellenden Stromsignals (1) an zumindest eine Zweidrahtleitung (2) anschließbar ist, wobei Diagnosmittel (10, 12, 13, 20) vorgesehen sind zur Feststellung, ob der Meßumformer (1) gut arbeitet, ausgefallen ist oder einer Wartung bedarf, und wobei Mittel (9, 10, Rs, T) vorgesehen sind, um im "Gut"-Zustand ein den Meßwert darstellendes Stromsignal, bei Ausfall statisch ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal und bei Wartungsbedarf derart kurzzeitig ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal auszugeben, daß es von dem statischen Stromsignal, das bei Ausfall ausgegeben wird, unterscheidbar ist.



## Beschreibung

## Meßumformer und Prozeßleitsystem

5. Die Erfindung betrifft einen Meßumformer, der zur Versorgung mit der zum Betrieb erforderlichen Energie und zur Übertragung eines einen Meßwert darstellenden Stromsignals an zumindest eine Zweidrahtleitung anschließbar ist, sowie ein dazu korrespondierendes Prozeßleitsystem.

10

- In der NAMUR-Empfehlung NE 43 vom 18.01.1994 wird vorgeschlagen, zusätzlich zu den eigentlichen Meßwerten auch eine Ausfallinformation über eine analoge 4-20 mA-Schnittstelle eines Meßumformers zu übertragen. Zusätzliche Informationen 15 außerhalb der eigentlichen Meßinformation, z.B. zum Gerätestatus, sind durch den Einsatz von Mikroprozessoren bei Feldgeräten schon weit verbreitet. Bei den Mindestinformationsinhalten von Sensorsystemen in der prozeßnahen Technik wurde die Geräteausfallinformation als unverzichtbarer 20 Bestandteil der Statussignale eines Sensorsystems definiert. Die Verwendung der Ausfallinformation von digitalen Meßumformern mit analogem Ausgangssignal liefert für die Prozeßleittechnik einen wesentlichen Vorteil: Fehler im Meßsystem werden durch die Ausfallinformation frühzeitig signalisiert, 25 so daß in weiterverarbeitenden Systemen die Auswirkungen mittels Ausfallstrategien begrenzt werden können. Die Ausfallinformation kann somit einen erheblichen Beitrag zur Fehlervermeidung liefern. Eine Ausfallinformation wird dann erzeugt, wenn die Meßinformation ungültig oder nicht mehr 30 vorhanden ist. Sie wird bei einer 4-20 mA-Schnittstelle als ein Stromsignal realisiert, das außerhalb des 4-20 mA-Bereichs liegt, der für die Darstellung der Meßwerte vorbehalten ist. Für Justierzwecke, beispielsweise um den Meßbereichsüberlauf sicher zu erkennen, und zur Übertragbarkeit 35 der Dynamik des Meßsignals wird der für Meßwerte zur Verfügung stehende Strombereich auf einen Bereich zwischen 3,8 mA und 20,5 mA erweitert. Ausgangsströme von Meßumformern

außerhalb dieser Grenzen dürfen nicht mehr als Meßwerte interpretiert werden. Damit verbleiben freie Strombereiche, die der Ausfallinformation zugewiesen werden können. Ein nicht oder nicht mehr vorhandenes Feldgerät, ein Leitungsbruch oder ein Wegfall der Hilfsenergie ergibt immer ein Stromsignal von 0 mA, das folglich in einem Prozeßleitsystem als Ausfallinformation zu interpretieren ist. Da Signale immer fehlerbehaftet sind, wurde ein Signalabstand von 0,2 mA festgelegt, so daß Stromsignale mit einer Stromstärke von 10 weniger als 3,6 mA als Ausfallinformation bewertet werden. Zudem wurde der Bereich oberhalb von 21 mA als weiterer Strombereich für die Ausfallinformation festgelegt. Dies dient der Auswahlbarkeit einer Möglichkeit in der Projektierung bzw. bei der Inbetriebnahme, um z.B. das geeignete 15 „Fail-Safe“-Verhalten eines Regelkreises herzustellen. Auch kurzzeitige Einbrüche oder Übersteuerungen des Stromsignals über den Meßwerte darstellenden Bereich hinaus könnten fälschlicherweise als Ausfallinformation interpretiert werden. Um dies zu vermeiden wurde festgelegt, daß in einem 20 Prozeßleitsystem, an welches der Meßumformer angeschlossen ist, die Ausfallinformation erst dann als solche erkannt werden soll, wenn sie mindestens 4 Sekunden und mindestens 2 Signalabtastzyklen angestanden ist. Der Geräteentwickler hat nun bei Vorliegen interner Fehler, z.B. „Sensorbruch“, durch 25 steuernde Mittel im Feldgerät dafür zu sorgen, daß der Stromausgang auf einen dieser den Ausfall indizierenden Stromwerte gesteuert wird.

In dem NAMUR-Arbeitsblatt NA 64 vom 17.06.1996 wird die 30 Übertragung weiterer Statusinformationen über zusätzliche Binärausgänge und Übertragung auf getrennten Adern empfohlen. Von Feldgeräten werden neben dem Meßwert drei weitere Informationen benötigt, die Aussagen über ihren Zustand liefern und geeignete Strategien von Anlagenfahrer, Prozeßleitsystem 35 oder Instandhaltung einleiten können: „Ausfall“, „Wartungsbedarf“ und „Funktionskontrolle“. Das „Ausfall-Signal“ wird sowohl über die Steuerung des Analogstromes auf eine der

Ausfallwertdarstellungen übertragen, als auch als Binär-  
signal. Während das Analogsignal zur Verwendung in leittech-  
nischen Anlagen beispielsweise zu einem Einzelregler oder an  
eine Ein- und Ausgabe-Schnittstelle eines Automatisierungs-  
5 subsystems verdrahtet wird, werden die Binärsignale zu den  
Auswerteeinrichtungen zur Unterstützung des Servicetechnikers  
in der Instandhaltung geführt.

Die Information „Ausfall“ hat die Bedeutung, daß aufgrund  
10 einer Funktionsstörung in einem Feldgerät oder an seiner  
Peripherie das Meßsignal ungültig ist. Als Beispiele werden  
ein Fühlerbruch bei einem Temperaturmeßumformer, kein Echo  
für einen Radarabstandsmeßumformer, eine defekte Lampe in  
einem Photometer und ein Gasanalysator, der kein Meßgas  
15 bekommt, genannt. Als Strategie zur Behandlung eines Ausfalls  
kann ein Anlagenfahrer den betroffenen Regelkreis auf Hand  
nehmen, Handanalysen veranlassen, das Prozeßleitsystem die  
Anlage abfahren oder die Instandhaltung wird vom Anlagen-  
fahrer oder durch eine automatische Signalisierung verständigt.  
20

Die Information „Wartungsbedarf“ bedeutet: Das Meßsignal ist  
zwar noch gültig, aber der sogenannte Abnutzungsvorrat wird  
demnächst erschöpft sein. Die in dem NAMUR-Arbeitsblatt 64  
25 angeführten Beispiele sind ein schwaches Echo bei einem  
Radarabstandsmeßumformer, eine geringe Lampenintensität im  
Photometer und ein zur Neige gehendes Hilfsreagenz eines  
Analysators. Als Behandlungsstrategie wird die Instandhaltung  
vom Anlagenfahrer oder über eine automatische Signalisierung  
30 an die Instandhaltungszentrale verständigt.

Für die Information „Funktionskontrolle“ ist als Bedeutung  
angegeben, daß am Feldgerät gearbeitet wird, das Meßsignal  
daher vorübergehend ungültig ist. Ein Auslesen von Parametern  
35 aus einem digitalen Feldgerät, ein Behälterabgleich bei einem  
Radarabstandsmeßumformer, eine Kalibrierung eines Gasanaly-  
sators und eine Elektrodenreinigung an einem pH-Meßgerät sind

als Beispiele dafür genannt. Als Strategie zur Fehlerbehandlung kann der Anlagenfahrer den betroffenen Regelkreis auf Hand nehmen, Handanalysen veranlassen oder das Prozeßleitsystem hält die Stellgröße für eine begrenzte Zeit konstant.

5

Mit Ausnahme einer Übertragung der Ausfallinformation über das 0/4-20 mA-Signal gemäß NAMUR-Empfehlung 43 existiert für die Informationen „Ausfall“, „Wartungsbedarf“ und „Funktionskontrolle“ je ein zusätzlicher Signalübertragungsweg zwischen Meßumformer und Prozeßleitsystem. Für die Übertragung dieser Informationen sind somit ein zusätzlicher Verkabelungsaufwand und weitere Schnittstellen im Prozeßleitsystem erforderlich.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Meßumformer sowie ein dazu korrespondierendes Prozeßleitsystem zu schaffen, die es ermöglichen, über die eigentliche Meßwertübertragung hinausgehende, den Zustand des Meßumformers betreffende Informationen mit geringem Verdrahtungs- und Kommunikationsaufwand zu übertragen.

20

Die Erfindung hat den Vorteil, daß für die Übertragung der Informationen „Ausfall“ und „Wartungsbedarf“ keinerlei zusätzliche Signalleitungen sowie Binärausgänge und Binäreingänge auf der Seite des Meßumformers bzw. des Prozeßleitsystems erforderlich sind. Damit wird sowohl der Verdrahtungsaufwand als auch der Hardware-Aufwand bei den beteiligten Geräten reduziert. Bezüglich der im NAMUR-Arbeitsblatt 64 erwähnten Information „Funktionskontrolle“ darf angenommen werden, daß eine Übertragung dieser Information prinzipiell nicht erforderlich ist, da ein Anlagenfahrer vor einer beabsichtigten Funktionskontrolle eines Feldgerätes durch den beteiligten Servicetechniker informiert werden muß und eine Funktionskontrolle nur vorgenommen wird, wenn die Herausnahme des Feldgerätes aus der Anlage zuvor vom Anlagenfahrer gestattet wurde. Der Anlagenfahrer benötigt also keine derartige Information vom Meßumformer, da er bereits ohnehin vom Servicetechniker informiert sein muß. Es

ist daher völlig ausreichend, wenn ein Meßumformer im Falle einer Funktionskontrolle ein der Information „Ausfall“ entsprechendes Stromsignal ausgibt.

- 5 In vorteilhafter Weise kann bei Wartungsbedarf ein Stromsignal ausgegeben werden, das periodisch zwischen einem von einem Meßwert unterscheidbaren und einem einen Meßwert darstellenden Stromsignal wechselt. Aufgrund der periodischen Wiederholung des von einem Meßwert unterscheidbaren Stromsignals ist die Information „Wartungsbedarf“ von Störungen auf der Übertragungsleitung unterscheidbar und somit sicher detektierbar. Zudem steht der Meßwert weiterhin mit lediglich kurzen Unterbrechungen zur Verfügung.
- 10 15 Der bestehende 4-20 mA-Standard für analoge Meßumformer-  
schnittstellen kann in einfacher Weise um eine Übertragung zusätzlicher Diagnoseinformationen erweitert werden, indem ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal durch ein Stromsignal von weniger als 3,6 mA oder mehr als 21 mA  
20 dargestellt wird, das bei Ausfall länger als 4 Sekunden und bei Wartungsbedarf kürzer als 2 Sekunden ausgegeben wird. Bei „Ausfall“ bleibt das Stromsignal auf dem Ausfallpegel. Bei „Wartungsbedarf“ kehrt es nach z.B. 2 Sekunden wieder auf den Meßwert zurück und wiederholt nach einer zweckmäßig  
25 festzulegenden Zeit diesen Vorgang.

Die Erfindung ist sowohl bei Meßumformern mit analogem 4-20 mA-Ausgang als auch bei Meßumformern mit einer Schnittstelle nach dem HART-Protokoll anwendbar. Auch andere Analogausgänge könnten zweckmäßig definiert werden, für welche die Erfindung geeignet ist.

Anhand der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist, werden im folgenden die Erfindung  
35 sowie Ausgestaltungen und Vorteile näher erläutert.

Ein Meßumformer 1 ist über eine Zweidrahtleitung 2 mit einem Prozeßleitsystem 3 verbunden. Zur Versorgung des Meßumformers 1 mit der zum Betrieb erforderlichen Energie ist im Prozeßleitsystem 3 eine Konstantspannungsquelle 4 vorgesehen, welche eine Spannung  $U$  erzeugt. In Reihe zur Konstantspannungsquelle 4 ist ein Widerstand  $R_V$  geschaltet, an welchem von einer Auswerteeinheit 5 eine Spannung abgegriffen wird, die aufgrund eines in der Zweidrahtleitung 2 fließenden Schleifenstroms  $I$  abfällt. Anhand der Größe dieser Spannung kann die Auswerteeinheit 5 unterscheiden, ob es sich bei dem durch den Meßumformer 1 ausgegebenen Strom um ein Stromsignal handelt, das einen Meßwert darstellt oder nicht. Mit Signalen 6 zeigt die Auswerteeinheit 5 das Ergebnis der Auswertungen an, in diesem Ausführungsbeispiel den durch das Stromsignal dargestellten Meßwert, die Information „Ausfall“ oder die Information „Wartungsbedarf“. Weitere Schaltungsteile, die beispielsweise zur Einleitung einer Fehlerbehandlungsstrategie, zur Kommunikation oder für eine weitere Verarbeitung der Meßumformersignale im Prozeßleitsystem 3 angeordnet sind, wurden der Übersichtlichkeit wegen nicht dargestellt.

Im Meßumformer 1 wird der Strom  $I$  über einen Transistor  $T$ , eine Schaltung 8 zur Generierung der Versorgungsspannung des Meßumformers 1 und einen Meßwiderstand  $R_S$  geführt. Durch Abgriff einer Spannung  $U_I$  am Meßwiderstand  $R_S$  wird der Strom  $I$  in der Zweidrahtleitung 2 erfaßt und als Istwert an eine Schaltung 9 zur Stromregelung gegeben. Die Schaltung 9 dient zur Einstellung des Stroms  $I$  auf einen Sollwert  $I_S$ , der von einem Mikroprozessor 10 vorgegeben wird. Ein Ausgangssignal 11 der Schaltung 9 ist zur Stromeinstellung auf den Basisanschluß des Transistors  $T$  geführt.

Ein Sensor 15 dient zur Wandlung einer durch den Meßumformer 1 zu erfassenden physikalischen Größe 14, beispielsweise eines Drucks, in ein elektrisches Spannungssignal, das über einen durch den Mikroprozessor 10 gesteuerten Multiplexer 12 auf einen A/D-Wandler 13 zur Digitalisierung des Meßwerts

geleitet werden kann. Im „Gut“-Zustand stellt der Mikroprozessor 10 mit einem Analogausgang den Sollwert  $I_S$  für die Schaltung 9 derart ein, daß der Strom  $I$  in der Zweidrahtleitung 2 dem mit dem Sensor 15 erfaßten Wert der physikalischen Größe 14 entspricht.

- 5 Zur Darstellung des Meßwerts wird der 4-20 mA-Standard verwendet. Mit einem Temperaturfühler 20, der ebenfalls auf einen Eingang des Multiplexers 12 geführt ist, wird die Temperatur des Meßumformers 1 erfaßt. Der Mikroprozessor 10 überwacht zur Selbstdiagnose 10 die Temperatur auf Einhalten einer zulässigen Betriebstemperatur. Wird diese überschritten, so kann der Meßumformer 1 den Meßwert der physikalischen Größe 14 nicht mehr mit ausreichender Genauigkeit ermitteln und fällt somit aus. Durch statisches Ausgeben eines von einem Meßwert unterscheidbaren Stromsignals, hier durch das statische Ausgeben eines Stroms  $I$  von 22 mA, wird die Information „Ausfall“ an das Prozeßleitsystem 3 übertragen. Nach Absinken der Temperatur in den zulässigen Bereich werden erneut Stromsignale ausgegeben, welche den aktuell erfaßten Meßwert darstellen. 15 20 Hatte die Temperatur dagegen den zulässigen Bereich in erheblichem Maße überschritten, so daß mit bleibenden Schäden des Meßumformers 1 gerechnet werden muß, wird eine Wartung des Meßumformers 1 erforderlich. Die Information „Wartungsbedarf“ wird vom Meßumformer 1 an das Prozeßleitsystem 3 über die 25 Zweidrahtleitung 2 übertragen, indem der Meßumformer 1 ein Stromsignal  $I$  einstellt, das periodisch zwischen der Stromstärke 22 mA und einem dem aktuellen Meßwert der physikalischen Größe 14 entsprechenden Stromsignal wechselt. Dabei wird jeweils für eine Zeitdauer von einer Sekunde der Wert 30 22 mA und für eine Zeitdauer von 59 Sekunden der aktuelle Meßwert als Stromsignal ausgegeben. Die Periodendauer beträgt somit 60 Sekunden.

Prinzipiell könnte durch Vorgabe verschiedener Zeitdauern für 35 die Ausgabe des 22 mA-Signals und durch entsprechende Detektion mit der Auswerteeinheit 5 in dem Prozeßleitsystem 3 zusätzlich beispielsweise die Information „Funktions-

07.10.86

kontrolle" erzeugt und über dieselbe Zweidrahtleitung 2 übertragen werden. Wie bereits oben erläutert, ist eine Übertragung der Information „Funktionskontrolle“ jedoch nicht zwingend erforderlich. Es sind jedoch weitere Geräte- und 5 Meßwert/Kennwert-Zustandsmeldungen vorstellbar, beispielsweise „Ausfall-Vorwarnung“, die zweckmäßigerweise übertragen werden könnten.

Die Abtastraten üblicherweise verwendeter Auswerteeinheiten 10 betragen etwa 0,05 bis 0,2 Sekunden, so daß mehrere Abtastrungen des Stromsignals während einer Zeitdauer von einer Sekunde erfolgen und somit eine Detektion des 22 mA-Stromsignals für die Übertragung der Information „Wartungsbedarf“ 15 sichergestellt ist.

Nach erfolgter Durchführung der Wartungsarbeiten durch einen Servicetechniker kann das Programm des Mikroprozessors 10 wieder rückgesetzt werden, so daß der Meßumformer 1 bei Einhalten der zulässigen Betriebstemperatur erneut ein den ak- 20 tuellen Meßwert darstellendes Stromsignal I ausgibt.

DE 399 17651 U1

## Schutzansprüche

1. Meßumformer, der zur Versorgung mit der zum Betrieb erforderlichen Energie und zur Übertragung eines einen Meßwert darstellenden Stromsignals (1) an zumindest eine Zweidrahtleitung (2) anschließbar ist, wobei Diagnosemittel (10, 12, 13, 20) vorgesehen sind zur Feststellung, ob der Meßumformer (1) gut arbeitet, ausgefallen ist oder einer Wartung bedarf, und wobei Mittel (9, 10, Rs, T) vorgesehen sind, um im „Gut“-Zustand ein den Meßwert darstellendes Stromsignal, bei Ausfall statisch ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal und bei Wartungsbedarf derart kurzzeitig ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal auszugeben, daß es von dem statischen Stromsignal, das bei Ausfall ausgegeben wird, unterscheidbar ist.
2. Meßumformer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Wartungsbedarf ein Stromsignal ausgebbar ist, das periodisch zwischen einem von einem Meßwert unterscheidbaren und einem einen Meßwert darstellenden Stromsignal wechselt.
3. Meßumformer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Meßwert durch ein Stromsignal in einem Wertebereich zwischen 4 mA und 20 mA und ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal durch ein Stromsignal von weniger als 3,6 mA oder mehr als 21 mA dargestellt wird, das bei Ausfall länger als 4 Sekunden und bei Wartungsbedarf kürzer als 2 Sekunden ausgegeben wird.
4. Prozeßleitsystem, an welches ein Meßumformer (1) zur Versorgung des Meßumformers (1) mit der zum Betrieb erforderlichen Energie und zur Übertragung eines einen Meßwert darstellenden Stromsignals an das Prozeßleitsystem (3) mit zumindest einer Zweidrahtleitung (2) anschließbar ist, mit einer Auswerteeinheit (5), die derart ausgebildet ist, daß sie

07.10.88

10

- bei einem einen Meßwert darstellenden Stromsignal einen „Gut“-Zustand,
- bei einem statischen, von einem Meßwert unterscheidbaren Stromsignal einen Ausfall und
- 5 - bei einem von einem Meßwert unterscheidbaren Stromsignal, das derart kurzzeitig empfangen wird, daß es von dem statischen Stromsignal unterscheidbar ist, einen Wartungsbedarf des Meßumformers (1) anzeigt.

10

O

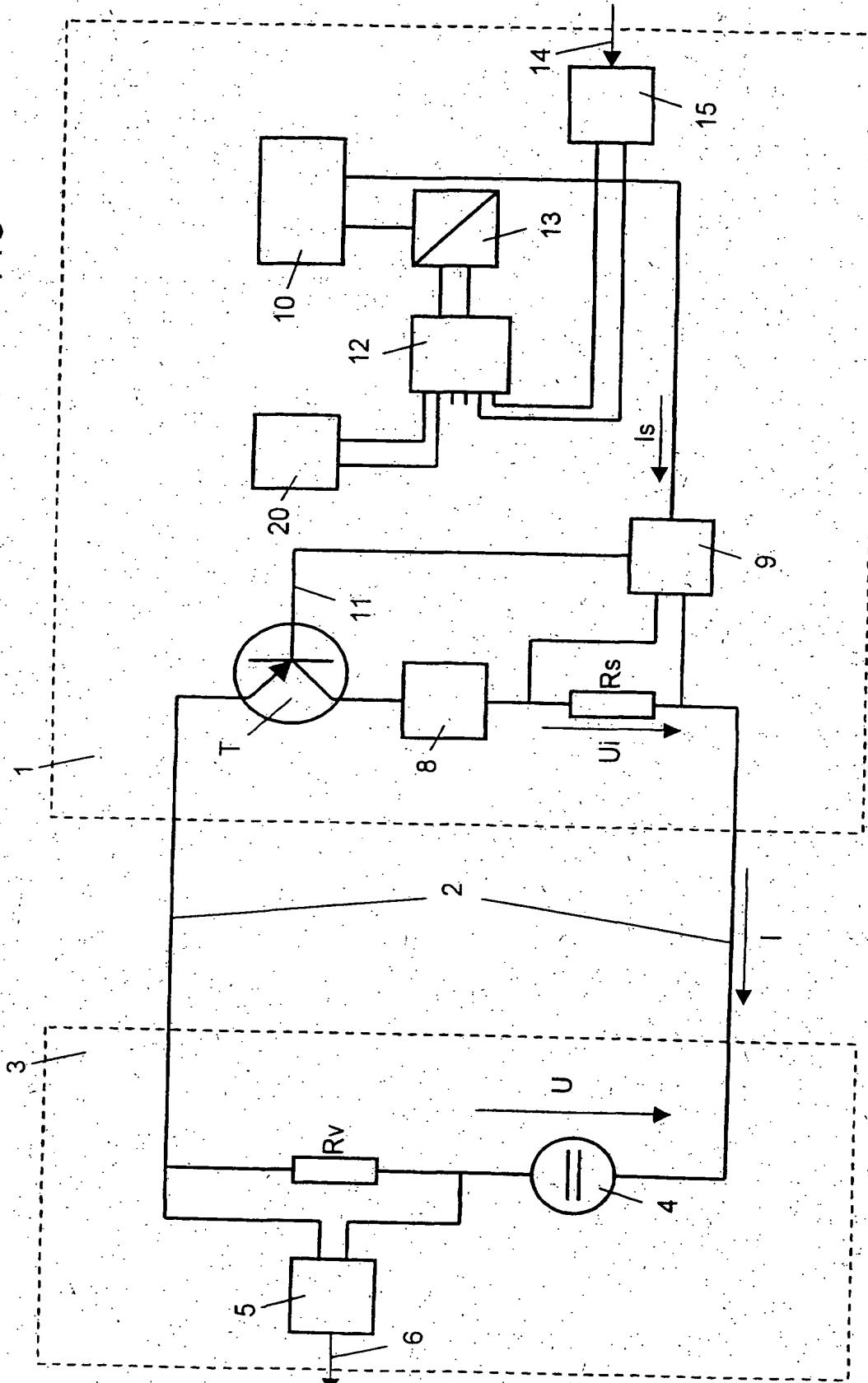
O

DE 298 17851 U1

07.10.93

1/1

FIG



DE 299 17851 U1